

1:5000 SCALE MAP
CATHEDRAL MASSIF GLACIER SYSTEM
Atlin Wilderness Park, NW British Columbia

by

Heinz Slupetzky, W. Gruber, L. Mauelshagen
Juneau Icefield Research Program
Foundation for Glacier and Environmental Research
and
Geographical Institute, University of Salzburg

Zeitschrift Für Gletscherkunde
Band 24, Heft 2, s. 125-136
1988

ZUR KARTE DES CATHEDRAL MASSIV GLETSCHERS 1 : 5000

Von H. S LUPETZKY und W. GRUBER, Salzburg, L. MAUELSHAGEN, Bochum
Juneau Icefield Research Program
Foundation for Glacier and Environmental Research

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gletscherkarte umfaßt den Cathedral Massiv Gletscher mit seinem Vorfeld und dem umliegenden Gelände; insgesamt ist ein Gebiet von rund 5,2 km² Fläche erfaßt. Der kleine Kargletscher liegt im Cathedral Massiv an der kontinentalen Ostseite der nördlichen Boundary Range in Britisch Kolumbien, Kanada. Die geodätischen Vermessungen und terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen erfolgten im Juli 1977. Weiters wurden für die Auswertungen luftphotogrammetrische Fotos vom August 1975 verwendet. In Ermangelung eines Anschlusses an das amtliche kanadische Netz wurde ein lokales Koordinatennetz benutzt.

Das Ziel der Kartenherstellung war eine Dokumentation des gegenwärtigen Gletschers mit seiner Umgebung und des Gletschervorfeldes samt seinem Formenschatz. Die Karte ist fünffarbenig in Offset gedruckt. Die Gletscherfläche betrug 1977 1,71 km², sie hat sich seitdem weiter verringert. Die Gletscherfläche während des „Maximalstandes“ im Spät-Neoglazial betrug etwa 2,8 km².

THE CATHEDRAL MASSIF GLACIER MAP 1 : 5000

SUMMARY

The map covers the Cathedral Massif Glacier with its proglacial area and the surrounding terrain — altogether an area of about 5,2 square kilometers. The small cirque glacier is located in the Cathedral Massif on the continental slope of the northern Boundary Range in British Columbia, Canada. The field survey and the terrestrial photogrammetry was carried out in July 1977. In addition aerial photos taken in August 1975 were used for the photogrammetric plotting. Due to the lack of connection with the official Canadian geodetic net, a local net was used. The main objective of the mapping was to document the present-day glacier with its specific topographical features of the forefield. The map is printed in five colours in offset. The surface area of the glacier was 1,71 square kilometers in 1977 and has further reduced since then. During the stage of "maximum" neoglacial extend, the glacier area must have been close to 2,8 square kilometers.

1. EINLEITUNG

Die Gletscherkarte im Maßstab 1 : 5000 umfaßt den Cathedral Massif Glacier mit seinem Vorfeld und dem umliegenden Gelände: insgesamt ist ein Gebiet mit rund 5,2 km² Fläche dargestellt. Der kleine Kargletscher liegt im sogenannten Cathedral Massiv (134°06,3' W: 59°20,3' N) an der Ostseite der Boundary Range, der nördlichsten Kette des Küstengebirges Alaskas, im Nordwesten von Britisch Kolumbien Kanada (Abb. 1).

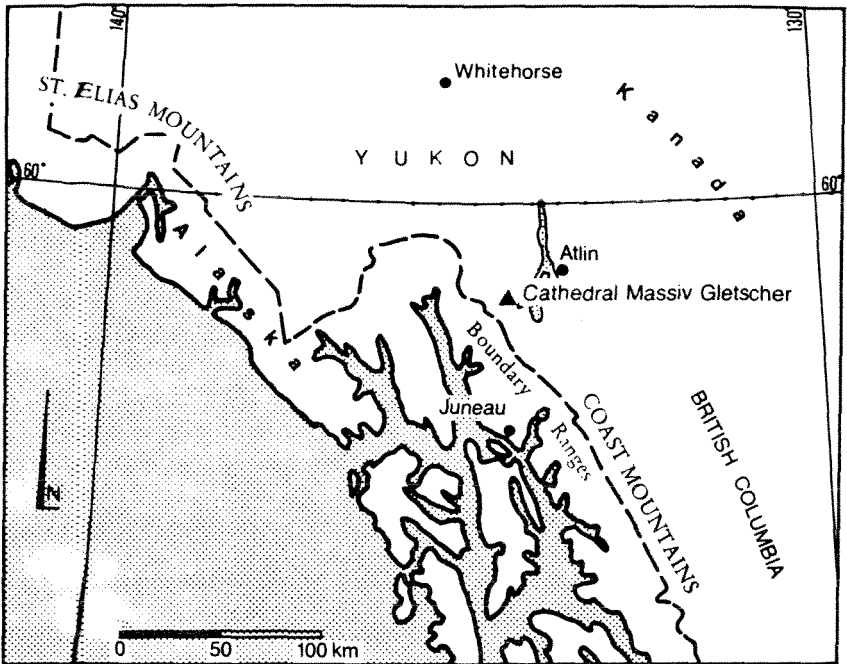


Abb. 1: Lage des Cathedral Massiv Gletschers („Cathedral Gletscher“) im Küstengebirge an der Grenze Kanada-Alaska

Das kleine Cathedral Massiv, ein Bergland mit einer Ausdehnung von ca. $1,5 \times 5,5$ km, ist nur wenig vergletschert, es sind hier zumeist kleine Kargletscher vorhanden, wovon der Cathedral Massiv Gletscher (Abb. 2) mit $1,7$ km² Fläche der größte ist. Das Cathedral Massiv liegt am Rande des großen Juneau Icefield und ist von diesem durch eiszeitlich übertiefte Täler getrennt.

Bei der Herstellung der Karte konnte auf einige Vorarbeiten zurückgegriffen werden. Im Rahmen des langjährigen Juneau Icefield Research Program (JIRP), geleitet von M. M. Miller vom Glaciological and Arctic Sciences Institute, University of Moscow, Idaho, USA, wurde durch G. Konecny, Hannover, BRD, im Jahr 1972 eine Erkundung mit dem Ziel einer späteren Vermessung des kleinen Gletschers durchgeführt. 1975 wurden zusammen mit Mitarbeitern die geodätischen Vermessungen und eine erste terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme des „Glacier at Cathedral Peak“ gemacht und anschließend eine zweifarbige Karte des Gletschers im Maßstab 1 : 5000 hergestellt (Konecny et al., 1976). Als Stützpunkt für die Forschungen stand das Camp 29 — auch für die späteren Feldarbeiten zur Neuaufnahme — unweit des Gletscherendes in 1820 m Höhe zur Verfügung.

Im Zuge von Massenbilanzforschungen am „Cathedral Glacier“ 1976/77 und 1977/78 (R. Hasenauer, 1984) wurde von H. Slupetzky der Entschluß gefaßt, das Gletschervorfeld photogrammetrisch aufzunehmen und zunächst eine Karte des Vorfeldes herzustellen, aber mit dem weiteren Ziel, eine Gesamtkarte von Gletscher und Vorfeld anzufertigen.

Nach Erkundungen und Vorbereitungen im August 1976 durch H. Slupetzky wurden im Juli 1977 durch L. Mauelshagen, H. Slupetzky und F. Boochs die Standlinien-

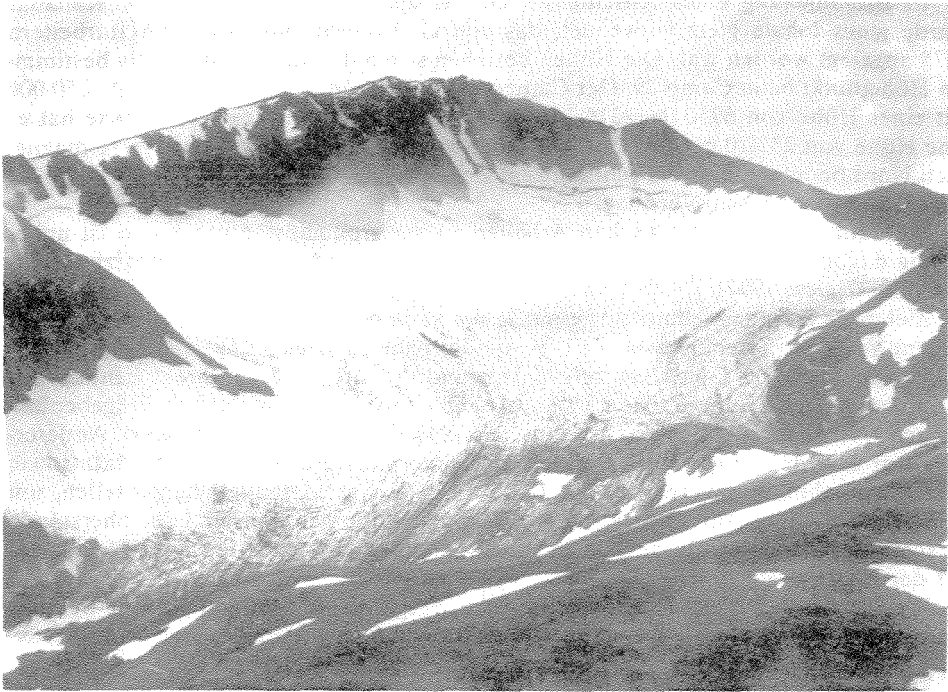


Abb. 2: Der Cathedral Massiv Gletscher, ein kleiner Kargletscher im Küstengebirge Alaskas. Im Hintergrund der Cathedral Peak (2337 m), rechts vorne das Camp 29 (1820 m) nahe dem Gletscherende (29. August 1976)

auswahl, die geodätischen Vermessungen und die terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen vorgenommen. Auf 15 ausgewählten Standlinien, die durch Bündeltriangulation miteinander verbunden wurden, erfolgten die Stereoaufnahmen mit einer Wild P 32-Meßkamera (Boochs und Mauelshagen, 1980). Die rechnerische Aufbereitung der Bilder führte F. Boochs durch, die Bündeltriangulation L. Mauelshagen, die Vorarbeiten und photogrammetrischen Auswertungen W. Schröter und L. Mauelshagen. Die thematische Bearbeitung, die glazialmorphologische Interpretation und der Entwurf der Gletschervorfeldkarte stammt von H. Slupetzky, die kartographische Bearbeitung von W. Gruber. Die Karte des Vorfeldes im Maßstab 1:5000 wurde im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes — über L. Mauelshagen — angefertigt. Nach Abschluß des Vorprojektes mit einem Andruck der Karte des Gletschervorfeldes des „Cathedral Glaciers“ (Mauelshagen et al., 1983) wurde mit der Herstellung der Gesamtkarte begonnen. Aus finanziellen und organisatorischen Gründen zog sich die Fertigstellung über mehrere Jahre hin.

Die Gesamtkarte basiert auf den terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen des Gletschervorfeldes und seiner Umgebung sowie auf den Luftbildphotos des Canadian Gouvernement, Department of Energy, Mines and Earth Resources, Ottawa, Kanada, vom 13. August 1975, die erst während der späteren Auswertungen zur Verfügung standen.

In Ermangelung eines Anschlusses an das amtliche Vermessungsnetz Kanadas wurde jenes lokale Netz verwendet, das von G. Konecny und seinen Mitarbeitern 1975 angelegt worden war. Die Höhen beziehen sich auf einen barometrisch bestimmten Höhepunkt beim Camp 29. Der Cathedral Peak ist auf der Canada Map 1:250.000 mit einer Höhe von 6950 ft = 2316,7 m angegeben, auf der vorliegenden Karte hat er eine Höhe von 2337,0 m. Es ist zu beachten, daß der Nordpfeil auf der Karte magnetisch Nord bedeutet, dessen Richtung zum Zeitpunkt der Kartenaufnahme 1977 30° 12' östlich von magnetisch Nord lag.

Während der kartographischen Arbeiten an der großmaßstäbigen Karte ist unabhängig davon eine Karte im Maßstab 1:20.000 des Cathedral Massivs publiziert worden (Ch. Cialek, 1977).

Ziel der Kartenherstellung war eine Gesamtkarte des gegenwärtigen Gletschers mit seinem Vorfeld (in neoglazialer Zeit) sowie der näheren Umgebung, die für die topographische Lage des Gletschers relevant ist und die direkt oder indirekt Einfluß auf den Gletscher und seine Existenz in Abhängigkeit von den klimatischen Gegebenheiten hat. Die Karte sollte einerseits den Gletscherstand exakt dokumentieren. Andererseits war es eine weitere Aufgabe, den glazialmorphologischen Formenschatz sowie dessen Verzahnung mit dem periglazialen Formenschatz detailliert darzustellen, um eine gute Grundlage zur Kartierung und Rekonstruktion der jüngsten Gletscherstände zu schaffen. Daher wurde auch die Ausdehnung des Gletschers im Spät-Neoglazial auf der Karte ausgewiesen.

Weiters wurden die Schneeflecken genau abgegrenzt und dargestellt. Die Schneefleckenmuster spiegeln die kleinmaßstäbige Topographie wider, die Vegetationsverteilung hängt stark davon ab.

Neben der Dokumentation des Gletschers (Slupetzky et al., 1988) sollte die Karte eine Grundlage für weiterführende glaziologische Untersuchungen sein. Die Karte ist für Folgeprojekte (Glazialmorphologische Detailkartierungen, Kartierung und Rekonstruktion der Gletscherstände, Untersuchung der Permafrost- und Denudationsprozesse, geologische Aufnahmen) zu verwenden. Somit ist die Karte aufgrund der Aufnahme- und Vermessungsverfahren in einem weitgehend unerforschten Gebiet auch als Expeditionskarte zu bezeichnen, die eine erste notwendige Voraussetzung für weiterführende Studien darstellt.

2. DIE KARTE DES CATHEDRAL MASSIV GLETSCHERS

2.1 GEODÄTISCH-PHOTOGRAMMETRISCHE GRUNDLAGEN UND AUSWERTUNGEN

Die vorliegende, kartographisch einheitlich gestaltete Karte basiert auf folgenden Grundlagen: a) terrestrisch-photogrammetrische Aufnahmen des Gletschers von K. Jacobsen und G. Konecny aus dem Jahr 1975 (G. Konecny et al., 1976), b) terrestrisch-photogrammetrische Aufnahmen des Gletschervorfeldes, der Umgebung und des Gletscherendes durch die Autoren im Sommer 1977 und c) Luftbildaufnahmen aus dem Jahr 1975, aufgenommen mit einer Wild Reihenmeßkammer (Kammerkonstante: 153 mm) (Abb. 3).

Der Höhenlinienplan stützt sich hauptsächlich auf die photogrammetrischen Aufnahmen von 1977 unter Heranziehung der Luftbilder; die Auswertungen von 1975 wurden nur für einzelne Ergänzungen herangezogen.

Zur detaillierten Kartierung des Gletschervorfeldes wurden 15 terrestrisch-photogrammetrische Standlinien für einen Rundumverband (Bündeltriangulation) erkundet, deren Länge mittels eines Wild Theodolit T 2 und einer 2-Meter-Basislatte bestimmt



Abb. 3: Ausschnitt aus dem Luftbild vom 13. August 1975. Der 1,7 km² große Gletscher mit seinem Vorfeld

wurden (Abb. 4). Die photogrammetrischen Aufnahmen des Vorfeldes und des angrenzenden Geländes erfolgte mit einer Wild P 32 Meßkammer (18 Réseaukreuze, Kammerkonstante: 64 mm, Bildformat 6 × 9 cm, Verwendung handelsüblicher Rollfilme Agfa Pan 100 professional und Agfa Color CT 18).

2.2 AUSWERTUNG

Aufbauend auf der räumlichen Bündelblockausgleichung unter Hinzunahme von Zusatzinformationen im Objektraum (Kleinmann et al. 1982, Kotowski et al. 1983, Kotowski 1984, Mauelshagen 1977, 1984, Wester-Ebbinghaus 1981, 1986) wurde bei reduziertem Meßaufwand im Gelände eine homogene Paßpunktverdichtung für die Stereokartierung des glazialmorphologisch bedeutenden Formenschatzes im Maßstab 1:5000 erzielt.

Vor der Bündeltriangulation mußte das Bildmaterial aufbereitet werden. Für die graphische Stereoauswertung nach Grund- und Aufriß war das Analogauswertegerät

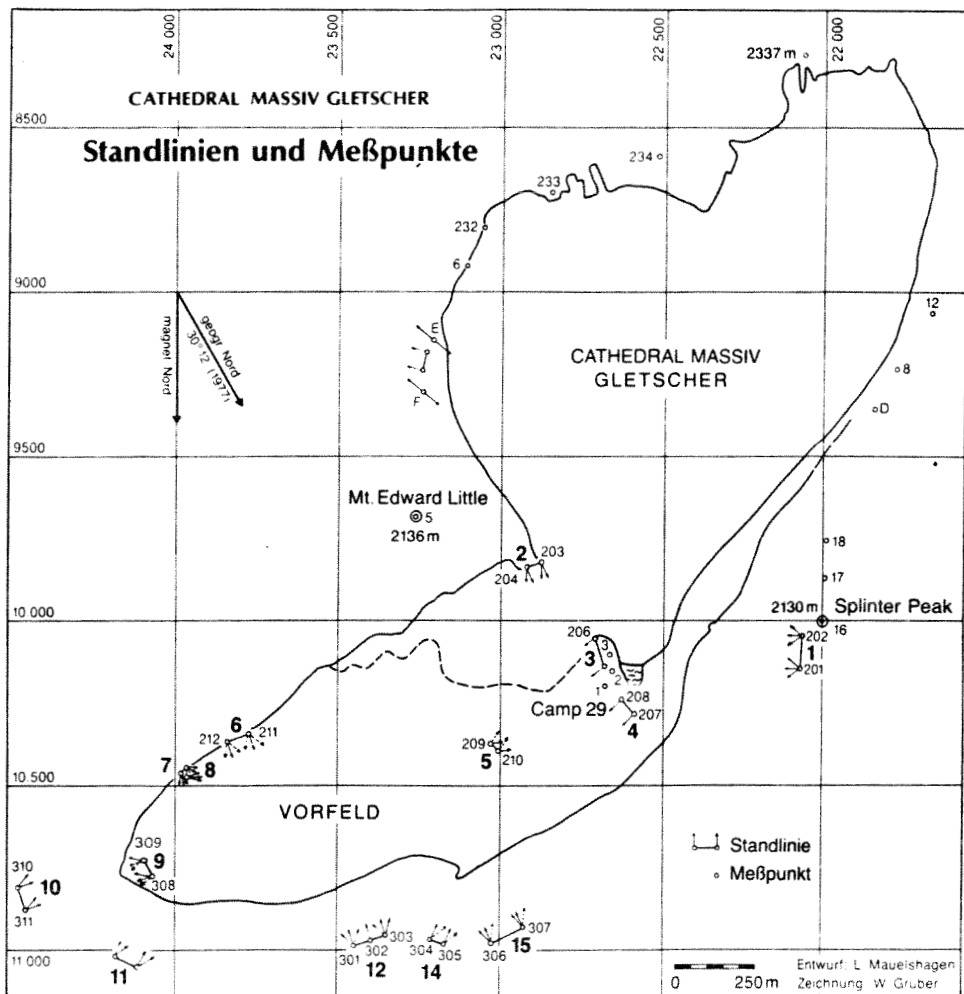


Abb. 4: Übersichtsskizze der Standlinien und Meßpunkte der terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen von 1977

Zeiss Stereoplanigraph C8 mit dem Bildträgerzubehör der Kammerkonstante $c = 153 \pm 7$ mm vorgesehen. Gemäß diesem Kammerkonstantenbereich wurde daher die Umbildung der Originalmeßbilder erforderlich, welche am Zeiss SEGV auf Diaplaten (Agfa Gevaert, Aviphot Dia N, 24×24 cm²) durchgeführt wurde. Auf vergrößerten Papierabzügen der Meßbilder erfolgte die Auswahl und Sichtung natürlicher Meßpunkte (Paß- und Verknüpfungspunkte für die graphische Analogauswertung). Die sich ausreichend überlappenden Modelle waren bei der Erkundung, so gut es die topographischen Verhältnisse zuließen, rings um das Gletschervorfeld angeordnet worden, sodaß die Aufnahmeorte verschiedener Meßbilder auch in anderen Bildern als Neupunkte erfaßt werden konnten (vgl. Abb. 4). Die Identifizierung dieser mit niedrigen roten Tuchdreibeinen signalisierten Basispunkte war meist nur mit Hilfe der

Original-Farbdiapositive möglich, welche auch zur Vegetationskartierung äußerst hilfreich waren (Boochs et al., 1980). Die Glasdiapositive von 30 ausgewählten Stereopaa ren (normal, links bzw. rechts verschwenkt) wurden in zwei Durchgängen am Zeiss PSK 1 stereoskopisch ausgemessen, wobei auch die jeweils 18 Réseaukreuze erfaßt wurden. Identifizierungsunsicherheiten bei natürlichen Punkten in Bildern mit sehr unterschiedlichen Aufnahmerichtungen konnten durch die stereoskopische Zielsprache reduziert werden.

Mittels eines Mehrzweck-Computerprogrammes (Wester-Ebbinghaus, 1981) wurden die Komparatorkoordinaten bildweise einer affinen Réseau-Transformation unterzogen (Restklaffung $\pm 9 \mu\text{m}$). Die so erhaltenen Bildkoordinaten wurden nun unter Vorgabe eines Modellkoordinatensystems zur numerischen relativen Orientierung (Modellbildung) benutzt. Statistische Tests halfen, grobe Fehler aufzudecken. Anschließend wurde eine Einzelbildeinschaltung gerechnet. Diese diente der Bestimmung von Näherungswerten der äußeren Orientierungsparameter der einzelnen Bilder für die darauf folgende Bündelausgleichung (Kleinmann et al., 1982). Die Geometrie des Gesamtverbandes konnte durch die Einführung von zusätzlichen Informationen (prinzipiell: terrestrische Beobachtungen, wie z. B. Punktkoordinaten, Strecken, Richtungen; hier: durch Basislattenmessung bestimmte Strecken zwischen den Aufnahmeorten, Horizontierung der Aufnahmekammer) stabilisiert werden. Das Bündelprogramm läßt außerdem die Berechnung diverser Zusatzparameter zur Korrektur der Bildgeometrie (z. B. innere Orientierung, Polynome) zu.

Bei der Gesamtbündelausgleichung in einem Guß (minimale Einpaßinformation) die an drei koordinierte Punkte der Vermessung der Universität Hannover angehängt wurde, zeigte sich deutlich die Abhängigkeit der mittleren Koordinatenfehler von der Entfernung der Einpaßinformation. Die Genauigkeit der Punktbestimmung war hinreichend für die Auswertung im Maßstab 1 : 5000 trotz äußerst unterschiedlicher Bildmaßstäbe (zwischen 1 : 5000 und über 1 : 30.000). Nach den vorliegenden Erfahrungen und aus der Sicht heutiger Bündeltriangulationspraxis (vgl. auch Kotowski 1984) ist es für zukünftige und vergleichbare Aufgabenstellungen empfehlenswert, außer den Stereoaufnahmen zusätzliche Einzelaufnahmen von topographisch günstig gelegenen Standorten aus zu belichten, um durch gute Strahlenschnitte eine weitere Stützung des Gesamtbildverbandes zu erzielen. Die aus der Bündeltriangulation zur Verfügung stehenden Daten der äußeren Orientierung der Bilder konnten als Orientierungshilfe am Analogauswertegerät genutzt werden. Über das Mehrzweckprogramm wurden die Einstellwerte für die absolute Modelleinpassung am Stereoplanigraphen C8 ermittelt. Dies hat sich als äußerst vorteilhaft und zweckmäßig erwiesen.

2.3 KARTOGRAPHISCHE BEARBEITUNG UND GESTALTUNG

Die Karte wurde im Originalmaßstab der Höhenlinienpläne 1 : 5000 kartographisch bearbeitet. Für die Darstellung des Formenschatzes im Vorfeld, der Vegetationsgrenzen, der Schneeflecken, des Schutts und der Lawinenkegel wurden von H. Slupetzky lagerichtige Entwurfsskizzen auf Grundlage der Original-Höhenlinienpläne gezeichnet, welche vom Kartographen W. Gruber weiterverwendet wurden. Bei der kartographischen Gestaltung, vor allem was die Schuttdarstellung und das Gletschervorfeld betrifft, fand eine Orientierung nach bisher veröffentlichten Gletscherkarten statt (vgl. K. Brunner, 1988; R. Finsterwalder, 1972; O. Reinwarth, 1973; G. Patzelt, 1984, 1985).

Die Karte hat ein Format von $57,7 \times 64$ cm. Sie wurde im Offsetverfahren auf dem Papiertyp MAGNO-MATT 115 gr in fünf Farben als Inselkarte gedruckt.

2.3.1 FARBGEBUNG UND KARTENINHALTSELEMENTE

- | | |
|----------------------|--|
| | Die Farbzueordnung der Kartenelemente |
| (1) schwarz | Schrift, Rahmen, Höhenkoten, Moränen, Schuttbedeckung, Felsblöcke, Trimline, Nebenkarte |
| grau | Flächenton für Fels, Schutt, subnivale Stufe (ungegliedert) |
| hellgrau | Farbton im Gletschervorfeld und im Bereich zwischen dem Gletscher und der Trimline |
| (2) braun | Höhenlinien im Gelände und auf temporären Schneefeldern, Beschriftung, Vegetationsgrenzen, Krummholzsignatur, Baumsymbole |
| (3) grün | Flächenton für die Vegetation |
| (4) blau (Gletscher) | Flächenton am Gletscher, Höhenlinien |
| hellblau | Schneeflecken |
| (5) blau (Gewässer) | Höhenlinien auf dem Gletscher, Gletscherbach, Eisrandsee, Spalten, Schmelzwasserrinnen, Lawinenkegel, Gletschergrenze, Schneefleckenbegrenzung |

2.3.2 GELÄNDEARSTELLUNG

Das Gelände und die Gletscheroberfläche sind mit Höhenlinien von 10 m Äquidistanz dargestellt, wobei die 50er-Linien verstärkt wurden; in sehr flachem Gelände wurden zum Teil 5 m-Zwischenhöhenlinien eingefügt.

Durch die Scharung der Höhenlinien sind steile Geländeteile erkennbar, eine Scharungsplastik ist bei diesem Maßstab und dieser Äquidistanz kaum zu erzielen, auch auf eine Schummerung mußte verzichtet werden.

Bei der Geländedarstellung wurde besonderes Augenmerk auf die lagerichtige, möglichst naturgetreue und nicht zu sehr durch Symbole vereinfachte Formendarstellung im Gletschervorfeld gelegt. Besonders wurde auch auf eine gute und optisch wirksame Abgrenzung zwischen der früheren Ausdehnung des Gletschers und der gegenwärtigen Gletscherumgrenzung geachtet. Die im Gelände deutlich sichtbare Begrenzung des Vorfeldes und der begleitenden Ufermoränen (trimline) durch Flächen mit geringem Flechtenbewuchs innerhalb und starkem Flechten- bzw. Vegetationsbewuchs außerhalb wurden durch unterschiedliche Graustufen auf der Karte hervorgehoben (Abb. 3).

Im Vorfeld wurden die Moränenwälle, unterschiedliche Moränenbedeckung, grober und feiner Schutt, Schuttkegel usw. so weit es möglich war, unterschieden. An weiteren Formen sind parallelgestriemte Grundmoränen (fluted moraines), glazifluviale Formen und Permafrosterscheinungen, wie Blockgletscher und Fließwülste, möglichst naturgetreu eingetragen worden.

Es ist zu beachten, daß die Karte nach Süden orientiert ist. Diese Ausrichtung kommt dem Benutzer der Karte im Gelände entgegen, da vom Forschungsstützpunkt (Camp 29) aus gesehen der Gletscher im Süden liegt und auch der Zugang über den Weg vom Atlin See zum Kar des Cathedral Massiv Gletschers vom Norden her erfolgt.

2.3.3 GLETSCHER UND SCHNEEDARSTELLUNG

Die Höhenlinien und die Umgrenzung sind beim Gletscher wie üblich blau gehalten. In dieser Farbe wurden auch die Lawinenkegel dargestellt, welche nahe der Karwände unterhalb von Steinschlag- und Lawinenrinnen charakteristische Formen bilden.

Ein besonderes Anliegen war auch die exakte Darstellung der Schneeflecken bzw. Ausaperungsmuster im Gelände, sowie der Vegetationsmuster. Die Umgrenzung der Schneeflecken sind mit strichlierten blauen Linien abgegrenzt, da sich ihre Ausdehnung ständig ändert. Wegen des temporären Charakters der Schneeflecken wurden die Höhenlinien dort braun durchgezogen, da an vielen Stellen zu einem späteren Aufnahmezeitpunkt Gelände- statt Schneeoberfläche sein kann. Diese braunen Höhenlinien und der helle Farbton unterscheiden sie vom Gletscher. Schneeflecken innerhalb der subalpinen Stufe liegen an Stellen, wo im Neoglazial ausgedehntere Firnfelder vorhanden waren. Der graue Flächenton innerhalb der Vegetation zwischen der Schneefleckenbegrenzung und der braun punktierten Vegetationsumgrenzung gibt ungefähr die maximale Ausdehnung perennierender Schneefelder im Neoglazial an.

2.3.4 NAMEN UND BESCHRIFTUNG

Die Legende wurde sehr ausführlich gestaltet. Die Beschriftung ist zweisprachig, Englisch und Deutsch. An Namensgut wurde solches übernommen, welches einerseits in den amtlichen Karten enthalten ist, andererseits sich lokal durch den ständigen Gebrauch eingebürgert hat. Im Bereich der Umrahmung des Gletschers wurden topographische Bezeichnungen eingeführt, um die Orientierung zu erleichtern.

Was den Gletschernamen betrifft, so hatte dieser bis Anfang der siebziger Jahre keine eigentliche Bezeichnung und wurde nur „Gletscher am Cathedral Peak“ genannt. Später kam der Name „Cathedral Glacier“ auf. Um diesen aber nicht mit dem gleichnamigen in den Rocky Mountains zu verwechseln, wurde die neue Bezeichnung „Cathedral Massif Glacier“ eingeführt.

3. GLAZIOLOGISCH-GLAZIALMORPHOLOGISCHER KARTENINHALT UND KARTOMETRISCHE AUSWERTUNG

Das Klima im Gebiet des Cathedral Massivs ist subpolar-kontinental geprägt entsprechend der Lage in fast 60° geographischer Breite an der Ostflanke der Coast Range mit kalten Wintern und milden Sommern sowie geringen Niederschlägen (Jones, V. K., 1975). Deshalb sind hier nur kleine Gletscher vorhanden. Was den Formenschatz betrifft, so ist dieser von der glazialen und periglazialen Reliefformung bestimmt. An Mesoformen sind Kare und Hochtalböden anzutreffen und nur vereinzelt hochgelegene Trogtäler (vgl. Abb. 3). Neben dem glazialen Formenschatz der rezenten Gletscher in den Vorfeldern wird das Relief von periglazialer Morphodynamik überprägt. Es erfolgt ein Zusammenwirken von Frostverwitterung, Abspülung, gravitativer Massenbewegungen und Solifluktion sowie teilweise Nivation.

Bei der Darstellung des Formenschatzes wurde versucht, das Gletschervorfeld detailreich abzubilden, während die Umrahmung nur durch das Höhenlinienbild und zusätzlich durch die Vegetationsausgrenzung und die Schneefleckenverbreitung erfaßt wurde. Im Vorfeld wurden die glazialmorphologischen Formen eingetragen, wobei versucht wurde, diese möglichst lagerichtig und formentreu, wenn auch notwendigerweise generalisierend, abzubilden und nicht zu stark zu schematisieren, wie dies teilweise in anderen Gletscherkarten geschehen ist. Zugunsten der topographisch-morphologischen Darstellung wurde auf eine Eintragung von z. B. Moränenwällen mit einer Liniensignatur verzichtet.

Innerhalb des Vorfeldes sind verschiedene Formen und Formengruppen zu unterscheiden, wobei vielfach ein fließender Übergang festzustellen ist. Dies ist zum Beispiel besonders beim Übergang von Moränenablagerungen zu Blockgletschern der

Fall, wie dies im orographisch rechten Stirnbereich des Vorfeldes auftritt, wo unter dem Einfluß des Permafrostklimas aus Moränenablagerungen eine blockgletscherartige Form mit steiler Stirn und Fließwülsten hervorgegangen ist. Auf den Blockgletscher ist bei einem nachfolgenden Vorstoß der Gletscher aufgefahren und hat Stauchmoränen gebildet. Hervorzuheben ist das Vorkommen von Fluted Moraines, deren englische Bezeichnung in der Legende mit gestriemte Grundmoräne (Grundmoränenstreifung) übersetzt wurde. Weiters sind am orographisch rechten Rand des Vorfeldes unterhalb des Mt. Edward Little Schuttkegel eingetragen. Ansonsten herrschen flächenhafte Akkumulationformen beiderseits des Gletscherbaches und Moränen- sowie Blockfelder vor.

Was den glaziologischen Inhalt der Karte betrifft, so wurden keine Oberflächenformen des Gletschers und keine Schneegrenzlinien eingetragen, da zum Zeitpunkt der Aufnahme der Gletscher nicht ausgeapert war.

Als Ergebnis der kartometrischen Auswertung sind die Flächenwerte des Gletschers in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Gletscherfläche des Cathedral Massiv Gletschers betrug 1977 1,71 km². Aus der Rekonstruktion der „Trimline“ und der Vorfeldbegrenzung läßt sich eine maximale Gletschergröße während des (Spät-)Neoglazials in der Größenordnung von 2,8 km² berechnen (Tab. 1).

Tab. 1: Flächen des Cathedral Massiv Gletschers in 50 m-Höhenstufen für den Gletscherstand 1977 und zur Zeit der „maximalen“ Ausdehnung im Spät-Neoglazial sowie der Gesamtgletscherflächen

Höhenstufe	Gletscher (in m ²)		Vorfeld (in m ²)	Gletscher und Vorfeld (in m ²)
2300—2350	0,0 %		200	200
2250—2300	800	0,1	5.400	6.200
2200—2250	5.000	0,3	13.400	18.400
2150—2200	21.800	1,3	14.600	36.400
2100—2150	83.400	4,9	21.400	104.800
2050—2100	224.200	13,1	28.800	253.000
2000—2050	307.800	18,0	38.800	346.600
1950—2000	424.600	24,9	49.000	473.600
1900—1950	287.400	16,8	31.000	318.400
1850—1900	133.600	8,0	43.000	176.600
1800—1850	110.000	6,4	98.200	208.000
1750—1800	65.400	3,8	84.600	150.000
1700—1750	43.800	2,6	172.600	216.400
1650—1700	.	.	127.800	127.800
1600—1650	.	.	194.000	194.000
1550—1600	.	.	150.400	150.400
1500—1550	.	.	10.400	10.400
1450—1500
Gesamtfläche	1.707.800	100,0	1.083.600	2.791.400

NACHWORT UND DANK

Es ist der guten Zusammenarbeit von Geodäten, Glaziologen und des Kartographen zu verdanken, daß die Karte, wenn auch in langdauernder „Nebenbeschäftigung“, hergestellt werden konnte. Mangelnde technische Einrichtungen, wie etwa einem geeigneten Paßlochsystem, beeinträchtigten den Zeitaufwand und in begrenztem Ausmaß die Qualität, es ließen sich jedoch auch mit Hilfslösungen brauchbare Ergebnisse erzielen. Eine kontinuierliche Betreuung des Projekts von der Standlinienauswahl, den Vermessungen und Aufnahmen sowie der kartographischen Bearbeitung bis zum Druck durch den Glaziologen erwies sich als sehr vorteilhaft. Obwohl die Karte erst nach rund 10 Jahren fertiggestellt vorliegt, ist der dokumentarische Wert der Karte außer Frage gestellt.

Die Max-Kade-Foundation gewährte ein einjähriges Stipendium für eine Gastprofessur von H. Slupetzky an der University of Idaho, Moscow, ID, USA, im Studienjahr 1976/77, um im Rahmen des Glaciological and Arctic Sciences Institute die Feldarbeiten und Forschungen durchführen zu können. Die Stiftungs- und Förderungsgesellschaft der Universität Salzburg förderte die Feldarbeiten von H. Slupetzky 1973, 1976 und 1987, die Österreichische Forschungsgemeinschaft 1987. M. M. Miller, Foundation for Glaciological and Environmental Research unterstützte die Arbeiten logistisch, wobei in diesem Rahmen auch studentische Hilfskräfte für die Geländearbeiten zur Verfügung standen. Die Luftbilder des Bildfluges von 1975 stellte das Department of Energy, Mines and Resources der Kanadischen Regierung in Ottawa zur Verfügung. Vom Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessung der Technischen Universität in Hannover, BRD, wurden die Originalunterlagen der Karte „Glacier at Cathedral Peak“ 1:5000 bereitgestellt. Über ein Forschungsprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit L. Mauelshagen als Projektleiter konnte mit der Herstellung der Karte des Vorfeldes 1:5000 eine wichtige Vorarbeit für die Gesamtkarte geleistet werden. W. Schröter (†) war an den Auswertungen maßgeblich beteiligt. J. Aschenbrenner war beim Kartendruck, der bei LITHPRESS in Wien durchgeführt wurde, mittelnd tätig. Der Druck wurde über Dotationen des Instituts für Geographie, Abteilung für Schnee- und Gletscherkunde, finanziert. Allen genannten Personen und Institutionen sei für die gewährte Unterstützung auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

LITERATUR

- Boochs, F. und L. Mauelshagen, 1980: Gletschervermessung in Kanada. Wild Reporter 17/XI. S. 10—11.
- Brunner, K., 1988: Exakte großmaßstäbige Karten von Alpengletschern — ein Säkulum ihrer Bearbeitung. PGM-Kartographie und Geofernerkundung, S. 129—140.
- Cialek, Ch. J., 1977: The Cathedral Massif (Atlin Provincial Park, B. C.), Karte 1:20.000. Dept. of Geography, Michigan State University, USA.
- Finsterwalder, R., 1972: Begleitworte zur Karte des Vernagtferners 1:10.000 vom Jahr 1969. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 8, H. 1—2, S. 5—10.
- Hasenauer, R., 1984: Die Berechnung der Massenbilanz des Cathedral Glacier (Atlin Region, B. C., Kanada) für die Jahre 1976/77 und 1977/78. Hausarbeit aus Geographie. 38 S.
- Jones, V. K., 1975: The Cathedral Glacier System (Atlin Wilderness Park, British Columbia). Thesis, Michigan State University, Dept. of Geology, USA, 183 pp.
- Kleinmann, R., L. Mauelshagen und W. Wester-Ebbinghaus, 1982: Simultankalibrierung einer Teilmeßkammer unter Verwendung von Zusatzbeobachtungen im Objektraum. Presented Paper, Kommission V, ISPRS Symposium, York/England, S. 272—281.
- Konecny, G., K. Jacobsen, H. Seeberg, G. Hake, D. Heidorn und K. F. Pavel, 1976: Glacier at Cathedral Peak, Karte 1:5000. Institut für Photogrammetrie der Technischen Universität Hannover, BRD.
- Kotowski, R., H. Rössmann und W. Wester-Ebbinghaus, 1983: Zweischalige Bündelausgleichung an einem Großbauwerk, Zeitschrift für Vermessungswesen, S. 119—127.
- Kotowski, R., 1984: Erweiterte Aufnahme- und Auswertetechnik in der Architekturphotogrammetrie. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Ing. G. Kupfer, Bonn: S. 80—89.

- Mauelshagen, L., 1977: Teilkalibrierung eines photogrammetrischen Systems mit variabler Punktanordnung und unterschiedlicher deterministischen Ansätzen. Dissertation Bonn DGK C Nr. 236. 121 S.
- Mauelshagen, L., 1984: Zur Entstehungsgeschichte und Herstellung der Karte des Cathedral Gletscher Vorfeldes in British Kolumbien (Kanada), Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Ing. G. Kupfer. Bonn. S. 90—99.
- Mauelshagen, L., und H. Slupetzky, 1983: Cathedral Massif Glacier and forefield, 1:5000 (Atlas Provincial Park, B. C., Canada). Bonn - Salzburg.
- Patzelt, G., 1984: Der Lewis-Gletscher, Mount Kenya. Begleitworte zur Gletscherkarte 1983. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 20, S. 177—195.
- Patzelt, G., 1985: Issik Glacier, Pamir-E Kalan, Afghanistan 1:25.000. Fluctuations of Glaciers 1975—1980, Vol. IV, IAHS, ICSI-UNESCO, Paris, pp. 85—86.
- Reinwarth, O., 1973: Maps of the Vernagtferner. Fluctuations of Glaciers 1965—1970. IAHS ICSI-UNESCO, Paris, S. 355—356.
- Slupetzky, H., L. Mauelshagen und W. Gruber, 1988: Cathedral Massif Glacier, Canada 1:5000 (Terrestrial/aerial map). Fluctuations of Glaciers 1980—1985, Vol. V. World Glacier Monitoring Service (WGMS) of the IUGG-FAGS/ICSU. Publ. by ICSI of the IAHS and UNESCO, Paris. S. 68—70.
- Topographic Map of Canada 1:250.000. Sheet Skagway.
- Wester-Ebbinghaus, W., 1981: Zur Verfahrensentwicklung in der Nahbereichsphotogrammetrie. Dissertation Bonn, Heft 2 IPB. 102 S.
- Wester-Ebbinghaus, W., 1986: Ingenieur Photogrammetrie — Mathematische Ansätze und instrumentelle Voraussetzungen. Presented Paper, XVIII. International Congress FIG, Toronto Canada. 15 S.

Manuskript eingelangt am 11. Jänner 1989

Adressen der Autoren: Ao. Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky und Walter Gruber
Institut für Geographie der Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34
A-5020 Salzburg

Dr. Ing. L. Mauelshagen,
Deutsches Bergbau-Museum,
Am Bergbaumuseum 28
D-4630 Bochum